

OPTICAL DISK APPARATUS

Publication number: JP7254204

Publication date: 1995-10-03

Inventor: TAKAGI SHIRO

Applicant: TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO

Classification:

- international: G06F12/00; G06F12/08; G06F17/30; G11B17/22;
G11B27/00; G06F12/00; G06F12/08; G06F17/30;
G11B17/22; G11B27/00; (IPC1-7): G06F17/30;
G11B17/22

- European: G11B17/22E; G11B27/00A

Application number: JP19940045486 19940316

Priority number(s): JP19940045486 19940316

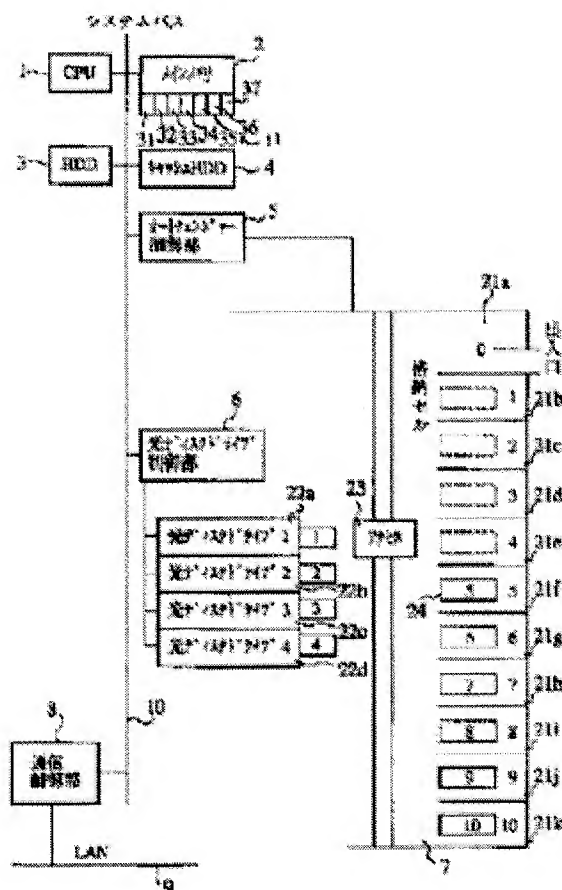
Also published as:

US5495457 (A1)

Report a data error here

Abstract of JP7254204

PURPOSE: To concentrate the access to an optical disk having a high probability to be loaded on an optical disk drive, to decrease the replacing number of times of the optical disks and to improve the response performance as the apparatus. **CONSTITUTION:** A CPU1 controls the past access history with regard to the data on an optical disk 24 and the replacement history of the optical disks 24, estimates the future access frequency based on the histories, and stores data which are estimated to be a high frequency in a cache HDD4 as a high-speed device. Data, which are estimated to be of medium frequency, are collected on the specified optical disk 24. These optical disks 24 are loaded onto optical disk drives 22a,... as much as possible.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-254204

(43)公開日 平成7年(1995)10月3日

| | | | | |
|--------------------------|------|---------|----------------|---------|
| (51)Int.Cl. ⁶ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
| G 1 1 B 17/22 | | 9296-5D | | |
| // G 0 6 F 17/30 | | 9194-5L | G 0 6 F 15/ 40 | 3 6 0 D |

審査請求 未請求 請求項の数5 ○L (全 19 頁)

(21)出願番号 特願平6-45486

(22)出願日 平成6年(1994)3月16日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 高木 志郎

神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社
東芝柳町工場内

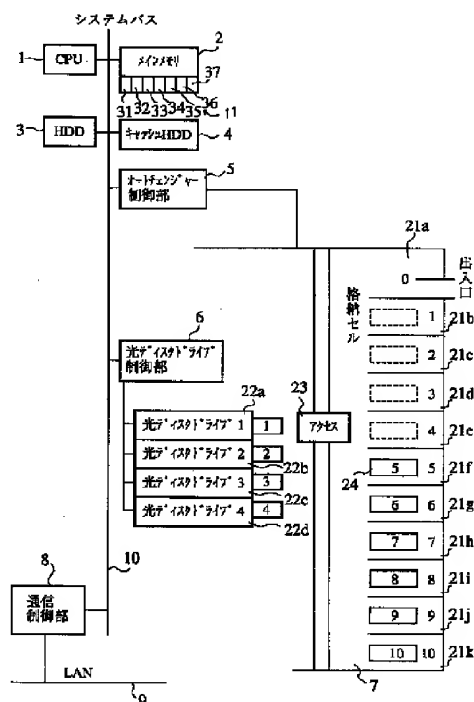
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 光ディスク装置

(57)【要約】

【目的】この発明は、光ディスクへのアクセスが、光ディスクドライブに装填されている確率の高いものへ集中し、光ディスクの交換回数を減少させることが可能となり、装置としてのレスポンス性能を向上させることが可能となることを目的とする。

【構成】この発明のディスク装置は、光ディスク24上のデータに関する過去のアクセス履歴と光ディスク24の交換履歴を管理し、この履歴から将来のアクセス頻度を予測し、高頻度と予測されるデータは高速デバイスとしてのキャッシュHDD4に格納し、中頻度と予測されるデータを特定の光ディスク24上に集め、これらの光ディスク24をできるだけ光ディスクドライブ22a、…に装填しておくようにしたものである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の光ディスクを着脱可能に複数格納する格納手段と、

上記第1の光ディスクに記憶された情報の読み出しおよび上記第1の光ディスクへの情報の書き込みを行う第1の情報読み書き手段と、

上記第1の光ディスクを上記格納手段または上記第1の情報読み書き手段に搬送する搬送手段と、

装填されている第2の光ディスクに記憶された情報の読み出しおよび上記第2の光ディスクへの情報の書き込みを行う第2の情報読み書き手段と、

高速アクセスされるデータを記憶する上位階層記憶手段とを有する光ディスク装置において、

データに対するアクセス頻度が、第1のアクセス頻度か、この第1のアクセス頻度より低い第2のアクセス頻度か、この第2のアクセス頻度より低い第3のアクセス頻度かを判断する判断手段と、

この判断手段により第1のアクセス頻度と判断した際、上記データを上記上位階層記憶手段に記憶し、上記判断手段により第2のアクセス頻度と判断した際、上記データを上記第1の光ディスクに記憶し、上記判断手段により第3のアクセス頻度と判断した際、上記データを上記第2の光ディスクに記憶する記憶手段と、

を具備したことを特徴とする光ディスク装置。

【請求項2】 光ディスクを着脱可能に複数格納する格納手段と、

上記光ディスクに記憶された情報の読み出しおよび上記光ディスクへの情報の書き込みを行う情報読み書き手段と、

上記光ディスクを上記格納手段または上記情報読み書き手段に搬送する搬送手段と、

高頻度にアクセスされるデータを記憶する上位階層記憶手段とを持つ光ディスク装置において、

上記光ディスクに、装填される優先度を付加して管理する光ディスク管理手段と、

データに対するアクセスの時刻を記憶するアクセス履歴記憶手段と、

上記光ディスクの交換した時刻を記憶する交換履歴記憶手段と、

上記アクセス履歴記憶手段と上記交換履歴記憶手段内の記憶内容によりデータのアクセス頻度を予測するアクセス頻度予測手段と、

上記上位階層記憶手段からデータが追い出される際に、上記アクセス頻度予測手段によりそのデータのアクセス頻度を予測し、中頻度と予測された場合は、このデータを上記情報読み書き手段に装填される優先度の高い光ディスク内の未使用領域に移動し、元の記憶領域から削除して未使用領域とし、低頻度と予測されかつ上位階層記憶手段内のデータが更新されている時は、このデータを上記情報読み書き手段に装填される確率の低い上記光デ

ィスクの未使用領域に移動し、元の記憶領域から削除する制御手段と、

を具備したことを特徴とする光ディスク装置。

【請求項3】 光ディスクを着脱可能に複数格納する格納手段と、

光ディスクに記憶された情報の読み出しおよび光ディスクへの情報の書き込みを行う情報読み書き手段と、

光ディスクを格納手段または情報読み書き手段に搬送する搬送手段と、

高頻度にアクセスされるデータを記憶する上位階層記憶手段とを持つ光ディスク装置において、

光ディスクに装填される優先度を付加して管理する光ディスク管理手段と、

データに対するアクセスの時刻を記憶するアクセス履歴記憶手段と、

光ディスクの交換した時刻を記憶する交換履歴記憶手段と、アクセス履歴記憶手段と交換履歴記憶手段内のデータからデータのアクセス頻度を予測するアクセス頻度予測手段と、

上記複数の光ディスク内の未使用領域を詰めて全ての領域が未使用領域である1枚の光ディスクを作成する処理手段と、

上記上位階層記憶手段からデータが追い出される際に、上記アクセス頻度予測手段によりそのデータのアクセス頻度を予測し、中頻度と予測された場合は、このデータを上記情報読み書き手段に装填される優先度の高い光ディスク内の未使用領域に移動し、元の記憶領域から削除して未使用領域とし、低頻度と予測されかつ上位階層記憶手段内のデータが更新されている時は、このデータを上記情報読み書き手段に装填される確率の低い光ディスクの未使用領域に移動し、元の記憶領域から削除する第1の制御手段と、

上記情報読み書き手段に装填される優先度の高い光ディスク内の未使用領域がなくなった際に、上記処理手段により全ての領域が未使用領域である1枚の光ディスクを作成し、この作成された光ディスクを上記情報読み書き手段に装填される優先度の高い光ディスクに変更する第2の制御手段と、

を具備したことを特徴とする光ディスク装置。

【請求項4】 光ディスクを着脱可能に複数格納する格納手段と、

光ディスクに記憶された情報の読み出しおよび光ディスクへの情報の書き込みを行う情報読み書き手段と、

光ディスクを格納手段または情報読み書き手段に搬送する搬送手段と、

高頻度にアクセスされるデータを記憶する上位階層記憶手段とを持つ光ディスク装置において、

光ディスクに装填される優先度を付加して管理する光ディスク管理手段と、

データに対するアクセスの時刻を記憶するアクセス履歴

記憶手段と、

光ディスクの交換した時刻を記憶する交換履歴記憶手段と、アクセス履歴記憶手段と交換履歴記憶手段内のデータからデータのアクセス頻度を予測するアクセス頻度予測手段と、

上記複数の光ディスク内の未使用領域をアクセス頻度順序に沿って詰めて全ての領域が未使用領域である1枚の光ディスクを作成する第1の処理手段と、

上記複数の光ディスク内の未使用領域を詰めて全ての領域が未使用領域である1枚の光ディスクをデータ移動回数10の少ない状態で作成する第2の処理手段と、

上記上位階層記憶手段からデータが追い出される際に、上記アクセス頻度予測手段によりそのデータのアクセス頻度を予測し、中頻度と予測された場合は、このデータを上記情報読み書き手段に装填される優先度の高い光ディスク内の未使用領域に移動し、元の記憶領域から削除して未使用領域とし、低頻度と予測されかつ上位階層記憶手段内のデータが更新されている時は、このデータを上記情報読み書き手段に装填される確率の低い光ディスクの未使用領域に移動し、元の記憶領域から削除する第1の制御手段と、

上記情報読み書き手段に装填される優先度の高い光ディスク内の未使用領域がなくなった際に、上記光ディスクの交換時間間隔が長い時は、上記第1の処理手段により全ての領域が未使用領域である1枚の光ディスクを作成し、上記光ディスクの交換時間間隔が短い時は、上記第2の処理手段により全ての領域が未使用領域である1枚の光ディスクを作成し、上記作成された光ディスクを上記情報読み書き手段に装填される優先度の高い光ディスクに変更する第2の制御手段と、

を具備したことを特徴とする光ディスク装置。

【請求項5】 光ディスクの交換履歴を記憶する手段と、

光ディスクに記憶されているデータのアクセス頻度を記憶する手段と、

上記光ディスクの交換履歴により光ディスクの交換時刻を予測する手段と、

上記光ディスクに記憶されているデータのアクセス頻度により次のアクセス時刻を予測する手段と、

上記予測した光ディスクの交換時刻と上記予測した次のデータのアクセス時刻とを比較し、その次のデータのアクセス時刻が光ディスクの交換時刻より前の場合に、中頻度のデータと判定し、その次のデータのアクセス時刻が光ディスクの交換時刻より後の場合に、低頻度のデータと判定する手段と、

を設けたことを特徴とするアクセス頻度の予測方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、複数の光ディスクにデータが記録される光ディスク装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、オフィス内で管理するデータ量が增大しており、これらの大量のデータを管理するために、大容量である可搬型光ディスクを複数枚格納する格納セルと、複数の光ディスクドライブと、光ディスクドライブと格納セル間で光ディスクを移動させるアクセッサ（オートチェンジャー）とからなる集合光ディスク装置を用いたものが多く提案されている。

【0003】 しかしながらアクセッサによる光ディスクの移動および光ディスクドライブへの装填・取り外し処理は、他の処理に比較して非常に時間のかかる処理であるため、「集合光ディスク装置制御方式」（特開平5-28615号公報）のように光ディスクの格納位置を工夫して移動距離をできるだけ少なくするものなどが提案されている。

【0004】 また、光ディスクドライブのアクセスは、ハードディスクと比べて遅いため、アクセスを高速化するために以下のような階層記憶制御を用いた装置も実用化されている。

【0005】 これは装置内に記憶されているデータの中には良く（頻繁に）アクセスされるものと、あまりアクセスされないものがある性質を利用するもので、1992年5月発行の日経バイト、P211～213に見られるように、良くアクセスされるデータをハードディスクなどの高速デバイスに格納し、あまりアクセスされないデータを光ディスク上に格納するものである。こうすることで全てを半導体メモリやハードディスクだけで構成するよりも遥かに安価で、しかもほぼ同じ性能を持つ装置を構成することが可能となる。

【0006】 このような、階層記憶制御を用いた集合光ディスク装置において、データをアクセスする際、データの存在場所は以下の3通りである。

【0007】 場所A）ハードディスクや半導体メモリなどの高速な上位階層記憶部内

場所B）光ディスクドライブに装填されている光ディスク内

場所C）格納セル上の未装填状態の光ディスク内

場所Aの場合は一番高速にアクセスされることになる。一般的に光ディスクドライブの性能はハードディスクの数分の1であるので、場所Bの場合には場所Aに比べてアクセスに数倍の時間がかかることになる。

【0008】 場所Cの場合には、まず光ディスクドライブ内に装填されている光ディスクを取り外し、アクセスするデータの入っている光ディスクを光ディスクドライブに装填し、それからデータを読み書きすることになる。これらの処理にかかる時間は、場所Aの場合と比べて数百倍もかかる。主な原因は光ディスクを光ディスクドライブから取り外す前に行うスピンドウン処理（光ディスクドライブの回転モータを停止する処理）、装填後のスピニアップ処理（光ディスクドライブの回転モータ

を所定回転数にする処理)などである。

【0009】これらのことから、アクセスするデータが格納セル上の光ディスク内にある場合は、非常に時間のかかることがわかる。つまり、良くアクセスされるデータを上位階層記憶部内だけではなく、光ディスクドライブに装填されている光ディスク上に集めておくことが重要となる。

【0010】従来の集合光ディスク装置においては、場所Bと場所Cを区別せずに管理するものであった。つまり、良くアクセスされるデータは上位階層記憶部であるハードディスクに格納されるが、その他のデータは光ディスク上に格納される方式であり、その光ディスクが光ディスクドライブに装填されているかどうかといった管理を行わないものであった。そのため、アクセスするデータがハードディスク内に無い場合は、かなり大きい確率で光ディスクドライブ内と格納セル上の光ディスクの交換が行われ、非常にレスポンス性能の低い装置となる問題点があった。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】この発明は、上記したように、良くアクセスされるデータは上位階層記憶部であるハードディスクに格納され、その他のデータは光ディスク上に格納されるものにおいて、その光ディスクが光ディスクドライブに装填されているかどうかといった管理を行わないものであったため、アクセスするデータがハードディスク内に無い場合は、かなり大きい確率で光ディスクドライブ内と格納セル上の光ディスクの交換が行われ、非常にレスポンス性能が低いという欠点を除去するもので、光ディスクへのアクセスが、光ディスクドライブに装填されている確率の高いものへ集中し、光ディスクの交換回数を減少させることが可能となり、レスポンス性能を向上させることができる光ディスク装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】この発明の光ディスク装置は、第1の光ディスクを着脱可能に複数格納する格納手段、上記第1の光ディスクに記憶された情報の読み出しおよび上記第1の光ディスクへの情報の書き込みを行う第1の情報読み書き手段、上記第1の光ディスクを上記格納手段または上記第1の情報読み書き手段に搬送する搬送手段、装填されている第2の光ディスクに記憶された情報の読み出しおよび上記第2の光ディスクへの情報の書き込みを行う第2の情報読み書き手段、高速アクセスされるデータを記憶する上位階層記憶手段を有するものにおいて、データに対するアクセス頻度が、第1のアクセス頻度か、この第1のアクセス頻度より低い第2のアクセス頻度か、この第2のアクセス頻度より低い第3のアクセス頻度かを判断する判断手段、およびこの判断手段により第1のアクセス頻度と判断した際、上記データを上記上位階層記憶手段に記憶し、上記判断手段に

より第2のアクセス頻度と判断した際、上記データを上記第1の光ディスクに記憶し、上記判断手段により第3のアクセス頻度と判断した際、上記データを上記第2の光ディスクに記憶する記憶手段から構成されている。

【0013】この発明の光ディスク装置は、光ディスクを着脱可能に複数格納する格納手段と、上記光ディスクに記憶された情報の読み出しおよび上記光ディスクへの情報の書き込みを行う情報読み書き手段と、上記光ディスクを上記格納手段または上記情報読み書き手段に搬送する搬送手段と、高頻度にアクセスされるデータを記憶する上位階層記憶手段とを持つものにおいて、上記光ディスクに、装填される優先度を付加して管理する光ディスク管理手段、データに対するアクセスの時刻を記憶するアクセス履歴記憶手段、上記光ディスクの交換した時刻を記憶する交換履歴記憶手段、上記アクセス履歴記憶手段と上記交換履歴記憶手段内の記憶内容によりデータのアクセス頻度を予測するアクセス頻度予測手段、および上記上位階層記憶手段からデータが追い出される際に、上記アクセス頻度予測手段によりそのデータのアクセス頻度を予測し、中頻度と予測された場合は、このデータを上記情報読み書き手段に装填される優先度の高い光ディスク内の未使用領域に移動し、元の記憶領域から削除して未使用領域とし、低頻度と予測されかつ上位階層記憶手段内のデータが更新されている時は、このデータを上記情報読み書き手段に装填される確率の低い上記光ディスクの未使用領域に移動し、元の記憶領域から削除する制御手段から構成されている。

【0014】この発明の光ディスク装置は、光ディスクを着脱可能に複数格納する格納手段、光ディスクに記憶された情報の読み出しおよび光ディスクへの情報の書き込みを行う情報読み書き手段、光ディスクを格納手段または情報読み書き手段に搬送する搬送手段、高頻度にアクセスされるデータを記憶する上位階層記憶手段とを持つものにおいて、光ディスクに装填される優先度を付加して管理する光ディスク管理手段、データに対するアクセスの時刻を記憶するアクセス履歴記憶手段、光ディスクの交換した時刻を記憶する交換履歴記憶手段と、アクセス履歴記憶手段と交換履歴記憶手段内のデータからデータのアクセス頻度を予測するアクセス頻度予測手段、上記複数の光ディスク内の未使用領域を詰めて全ての領域が未使用領域である1枚の光ディスクを作成する処理手段、上記上位階層記憶手段からデータが追い出される際に、上記アクセス頻度予測手段によりそのデータのアクセス頻度を予測し、中頻度と予測された場合は、このデータを上記情報読み書き手段に装填される優先度の高い光ディスク内の未使用領域に移動し、元の記憶領域から削除して未使用領域とし、低頻度と予測されかつ上位階層記憶手段内のデータが更新されている時は、このデータを上記情報読み書き手段に装填される確率の低い光ディスクの未使用領域に移動し、元の記憶領域から削除

する第1の制御手段、および上記情報読み書き手段に装填される優先度の高い光ディスク内の未使用領域がなくなった際に、上記処理手段により全ての領域が未使用領域である1枚の光ディスクを作成し、この作成された光ディスクを上記情報読み書き手段に装填される優先度の高い光ディスクに変更する第2の制御手段から構成されている。

【0015】この発明の光ディスク装置は、光ディスクを着脱可能に複数格納する格納手段、光ディスクに記憶された情報の読み出しおよび光ディスクへの情報の書き込みを行う情報読み書き手段、光ディスクを格納手段または情報読み書き手段に搬送する搬送手段、高頻度にアクセスされるデータを記憶する上位階層記憶手段とを持つものにおいて、光ディスクに装填される優先度を付加して管理する光ディスク管理手段、データに対するアクセスの時刻を記憶するアクセス履歴記憶手段、光ディスクの交換した時刻を記憶する交換履歴記憶手段と、アクセス履歴記憶手段と交換履歴記憶手段内のデータからデータのアクセス頻度を予測するアクセス頻度予測手段、上記複数の光ディスク内の未使用領域をアクセス頻度順序に沿って詰めて全ての領域が未使用領域である1枚の光ディスクを作成する第1の処理手段、上記複数の光ディスク内の未使用領域を詰めて全ての領域が未使用領域である1枚の光ディスクをデータ移動回数の少ない状態で作成する第2の処理手段、上記上位階層記憶手段からデータが追い出される際に、上記アクセス頻度予測手段によりそのデータのアクセス頻度を予測し、中頻度と予測された場合は、このデータを上記情報読み書き手段に装填される優先度の高い光ディスク内の未使用領域に移動し、元の記憶領域から削除して未使用領域とし、低頻度と予測されかつ上位階層記憶手段内のデータが更新されている時は、このデータを上記情報読み書き手段に装填される確率の低い光ディスクの未使用領域に移動し、元の記憶領域から削除する第1の制御手段、および上記情報読み書き手段に装填される優先度の高い光ディスク内の未使用領域がなくなった際に、上記光ディスクの交換時間間隔が長い時は、上記第1の処理手段により全ての領域が未使用領域である1枚の光ディスクを作成し、上記光ディスクの交換時間間隔が短い時は、上記第2の処理手段により全ての領域が未使用領域である1枚の光ディスクを作成し、上記作成された光ディスクを上記情報読み書き手段に装填される優先度の高い光ディスクに変更する第2の制御手段から構成されている。

【0016】この発明のアクセス頻度の予測方法は、光ディスクの交換履歴を記憶する手段、光ディスクに記憶されているデータのアクセス頻度を記憶する手段、上記光ディスクの交換履歴により光ディスクの交換時刻を予測する手段、上記光ディスクに記憶されているデータのアクセス頻度により次のアクセス時刻を予測する手段、および上記予測した光ディスクの交換時刻と上記予測し

た次のデータのアクセス時刻とを比較し、その次のデータのアクセス時刻が光ディスクの交換時刻より前の場合に、中頻度のデータと判定し、その次のデータのアクセス時刻が光ディスクの交換時刻より後の場合に、低頻度のデータと判定する手段から構成されている。

【0017】

【作用】この発明は、上記のような構成において、複数の光ディスク上のデータに関する過去のアクセス履歴と光ディスクの交換履歴を管理し、この履歴から将来のアクセス頻度を予測し、高頻度と予測されるデータはハードディスクなどの高速デバイスに格納し、中頻度と予測されるデータを特定の光ディスク上に集め、これらの光ディスクをできるだけ光ディスクドライブに装填しておくようにしたものである。

【0018】

【実施例】以下、この発明の一実施例について図面を参照して説明する。

【0019】図1はこの発明の光ディスク装置のシステム構成図である。

【0020】この光ディスク装置は、CPU1、メインメモリ2、HDD3、キャッシュHDD4、オートチェンジャー制御部5、光ディスクドライブ制御部6、オートチェンジャー7、および通信制御部8によって構成されている。

【0021】HDD3、メインメモリ2はプログラムおよびデータを記憶するためのものである。

【0022】CPU1は全体の動作を制御するものであり、HDD3内に記憶されているプログラムをメインメモリ2に読み出し、この内容に従って各部を制御する。

【0023】オートチェンジャー7は、複数の格納セル21a～21kと複数の光ディスクドライブ22a～22dとアクセスサ23とから構成され、オートチェンジャー制御部5により制御される。

【0024】格納セル21a(21b～21k)は光ディスク24を格納するためのものである。格納セル21a～21hは番号0から10までであり、番号0の格納セル21aは光ディスクドライブ22a～22dと光ディスク24を出し入れするための窓であり、番号1から番号10の10個の格納セル21b～21kに光ディスク24を格納することができる。

【0025】光ディスクドライブ22a、…22dは、光ディスク24へのデータの書き込みと読み出しを行うものである。光ディスクドライブ制御部6により4台の光ディスクドライブ22a、…22dが制御される。

【0026】アクセスサ23は、格納セル21a、…と光ディスクドライブ22a、…22d間で光ディスク24を移動させるものである。

【0027】キャッシュHDD4は、光ディスクドライブ22a、…から読み出されたデータなどを記憶しておくHDDであり、特に良くアクセスされるデータを記憶

する高速デバイスである。また、キャッシュHDD 4内には図示していない半導体メモリからなるキャッシュメモリとキャッシュ制御部が内蔵されており、LRU (Least Recently Used) 方式などで管理されている。

【0028】LRUアルゴリズムは「最近アクセスされたデータは今後もよくアクセスされる」という仮説に基づき、キャッシュ満杯時に最も過去にアクセスされた(LRU)ものを追い出すものである。

【0029】通信制御部8はLAN9に接続しており、LAN9を通して外部装置から送られてくるコマンドを受信し、処理結果を送信するものである。

【0030】これらの各部はシステムバス10により接続されている。

【0031】なお、光ディスク24は光磁気ディスクであり、データの追記書き込みだけでなく、データの削除や変更も可能である。

【0032】本装置内のデータは全てブロック単位(1Kバイト(Kは1024))で管理されている。1枚の光ディスク24の容量は256Mバイト(Mは1024K)で、全部で10枚の光ディスク24、…が管理されている。その内8枚分の領域がデータ記憶用に使用され、残りの2枚分の領域はデータとデータ間の隙間用として割り当てられている。装置全体では8枚の光ディスク分の容量である2Gバイト(Gは1024M)のデータを管理することができる。キャッシュHDD 4は装置全体容量の約5%である100Mバイトの容量である。

【0033】装置内では、管理する2Gバイトの容量である論理ブロックに対して論理ブロックNo(1から2M)が付けられており、各論理ブロックは管理テーブル11により、実際にデータが格納されている光ディスク24のNoと物理ブロックNoとアクセス履歴が管理されている。アクセス履歴は論理ブロックが将来どの程度アクセスされるかどうかを予測するために使用される。LAN9を通して送られてくるコマンドは論理ブロックに対する読み出しと書き込み要求である。読み出し処理時はキャッシュHDD 4上にデータをロードしてから外部装置にデータを返信し、書き込み時はキャッシュHDD 4上に書き込むデータをロードしてから返信する。

【0034】図2は本装置の処理概略を示したものである。

【0035】論理ブロックが記憶される場所は、高頻度にアクセスされる高頻度ブロックを格納するキャッシュHDD 4上と、中頻度ブロックを格納する1枚の中頻度格納用光ディスク24上と、低頻度ブロックを格納する複数枚の低頻度格納用光ディスク24上の3箇所に存在する。中頻度格納用光ディスク24は常の光ディスクドライブ22a、…のいずれかに装填されている。

【0036】複数枚の低頻度格納用光ディスク24は残りの光ディスクドライブ(22a、…)を用いて装填さ

れる。このため、大多数の低頻度格納用光ディスク24、…は格納セル21a、…上に存在する。また複数枚の低頻度格納用光ディスク24、…にはこれらの中でもアクセス頻度による順番が管理されている。図2の上にあるものほどよりアクセス頻度の高い論理ブロックの格納された低頻度格納用光ディスク24であることを示す。

【0037】本装置が論理ブロックに対する読み出しコマンドを受信した場合の概略処理は以下になる。

【0038】まず、キャッシュHDD 4内に指定された論理ブロックが存在するかどうかを調べ、存在する場合はそのデータを外部装置に返信する。キャッシュHDD 4内に存在しない時は、データが記憶されている光ディスク24を光ディスクドライブ22a、…のいずれかに装填して対応する物理ブロックよりデータを読み出し、キャッシュHDD 4に格納し、データを外部装置に返信する。この時、キャッシュHDD 4が満杯で光ディスク24から読み出すデータを格納する空き領域が存在しない場合は、キャッシュHDD 4の中から一番アクセス頻度の低いと予測される論理ブロックを選択してキャッシュHDD 4から追い出す処理(ページ処理)を前もって行う。

【0039】論理ブロックのページ処理は、まず選択されたページ論理ブロックの過去のアクセス履歴から将来のアクセス頻度を予測する。中頻度と予測された場合は、常に装填されている中頻度格納用光ディスク24の未使用ブロックに書き込み、元の格納先である低頻度格納用光ディスク24上の物理ブロックが未使用になったことを示す未使用マークが付加されたことを管理テーブル11上に記憶しておく。しかし、この論理ブロックが既に中頻度格納用光ディスク24上に存在する場合で、かつデータが更新されていない時は単にキャッシュHDD 4内のデータを削除する。更新されている時は中頻度格納用光ディスク24の同じ領域にデータを書き込む。

【0040】低頻度ブロックと予測された場合はキャッシュHDD 4内のデータを削除する。ただし、ページ論理ブロックのデータが更新されている場合は、現在装填されている中で最もアクセス頻度の低い光ディスク24上の未使用マークの付いた領域に書き込む。

【0041】図2の論理ブロックAは、低頻度格納用光ディスク24からキャッシュHDD 4上に書き込まれ、そしてページされる際に中頻度ブロックと予測され、中頻度格納用光ディスク24上に書き込まれている。また論理ブロックBはキャッシュHDD 4からページされる際に低頻度ブロックと予測され、単にキャッシュHDD 4上から削除されている。

【0042】中頻度格納用光ディスク24の未使用領域がなくなり満杯になった場合は、その光ディスク24を低頻度格納用光ディスク24の中で最もアクセス頻度の高いデータの格納されたものに設定し、空き光ディスク

24を新たに中頻度格納用光ディスク24と設定し、光ディスクドライブ22a、…のいずれかに装填しておく。

【0043】さらに、空き光ディスク24が無くなったら、低頻度格納用光ディスク24内の削除された未使用ブロックを詰める処理（これをガーベージ処理と呼ぶ）を行い、空き光ディスク24を作成する。本装置では未使用となったブロックの隙間領域用に光ディスク2枚分の領域が割り当てられているため、中頻度格納用光ディスク24に空き光ディスク24を新規に1枚割り当てた状態でも、必ずもう1枚分の空き光ディスク24を作成することが可能である。

【0044】図2では、中頻度格納用光ディスク24と低頻度格納用光ディスク24と空き光ディスク24を順番にシフトさせながらサイクリックに使用している状態を示している。

【0045】このようにキャッシュHDD4からパージする論理ブロックに対して過去のアクセス履歴から将来のアクセス頻度を予測し、中頻度と予測されたものを常に装填されている中頻度格納用光ディスク24上に書き込むことで、中頻度格納用光ディスク24に低頻度格納用光ディスク24内よりアクセス頻度が高く、キャッシュHDD4内よりアクセス頻度の低い論理ブロックが集まることになる。また低頻度格納用光ディスク24は、過去に中頻度格納用であった光ディスク24であり、図2においてより上にあるものほど、最近に中頻度格納用光ディスク24であったものであり、光ディスクドライブ22a、…からある低頻度格納用光ディスク24を外す場合には、より下にある低頻度格納用光ディスク24を選択することで、光ディスク24の交換回数が減少することになる。

【0046】本装置が論理ブロックに対する書き込みコマンドを受信した場合の概略処理は、まずキャッシュHDD4内に空き領域を確保し、そこに書き込むデータをロードして、外部装置に返信する。キャッシュHDD4に空き領域が無い場合は、前述した読み出しコマンド時と同様の処理を行う。

【0047】次に、図3を用いて、論理ブロックに対する将来のアクセス頻度をいかに予測するかについて説明する。

【0048】本装置では、各論理ブロックに対するアクセス履歴と、中頻度格納用光ディスク24の交換履歴を管理している。ここでの履歴とは過去2回分の処理時刻である。

【0049】図3の横軸は時刻を示し、左から右に向かって過去、現在、未来と進む。現時刻はNで示されている。

【0050】中頻度格納用光ディスク24の交換履歴は、最近の交換時刻はC1で示され、その前の交換時刻はC2で示されている。

【0051】論理ブロックのアクセス履歴は、最近のアクセスされた時刻がB1で示され、その前にアクセスされた時刻がB2で示されている。

【0052】アクセス頻度の予測処理は、まず論理ブロックに対する次のアクセス時刻と、中頻度格納用光ディスク24が満杯になり新たな空き光ディスク24と交換される時刻を予測する。そして論理ブロックに対する次の予測アクセス時刻が、現在の中頻度格納用光ディスク24が装填されていると予測される期間内ならば、その論理ブロックを中頻度ブロックと判定し、期間外ならば低頻度ブロックと判定する。

【0053】論理ブロックに対する次回アクセスされる時刻の予測方式は2種類あり、以下の式で算出される。

【0054】方式1) $BF = B1 + (B1 - B2)$

方式2) $BF2 = N + (N - B2)$

方式1はB1とB2をともに使用するものであり、各論理ブロックに対するアクセスパターンが比較的安定している場合に採用される。

【0055】方式2はB2のみを使用するものであり、アクセスパターンの変動の大きい場合に採用される。

【0056】中頻度格納用光ディスク24の交換時刻の予測は、以下の式で算出される。

【0057】 $CF = C1 + (C1 - C2) \cdot K$ ($K \geq 1$)

このことから現在の中頻度格納用光ディスク24が装填されていると予測される期間はC1からCFとなる。

【0058】方式1では、BFが装填期間内の場合に中頻度ブロックと予測され、装填期間外の場合低頻度ブロックと判定されることになる。図3では論理ブロックAは中頻度ブロック、論理ブロックBは低頻度ブロックと判定されたことを示している。

【0059】方式2では、BF2をもとに判定されることになる。

【0060】CF算出時のKは、論理ブロックに対するアクセスがどの程度片寄っているかに応じて変える値である。アクセスの片寄りが大きい場合は、低頻度格納用光ディスク24の上位側にもアクセス頻度の高い論理ブロックが集中するため、Kの値に大きい値を設定する。逆に片寄りが小さい場合は、あまり頻度の高いブロックが特定の光ディスク24に集中しないため、中頻度格納用光ディスク24への書き込みが逆に性能低下を招く場合があり、この時、Kには1に近い値を設定する。

【0061】次に、ガーベージ処理の概略について説明する。ここでは9枚の光ディスク24の未使用領域を詰めて、1枚の空き光ディスク24を作成する場合を想定する。ガーベージ処理には処理1と処理2の2種類存在し、図4はガーベージ処理1、図5はガーベージ処理2を示す図である。ガーベージ処理1は、ブロックの移動量の少なさを最優先したものであり、ガーベージ処理2

は、アクセス頻度によるデータ順を最優先したものである。

【0062】図4、図5において、ハッチングされている領域は論理ブロック格納用に使用されていることを示し、また左側の光ディスク24ほどアクセス頻度の高いデータの格納されている光ディスク24を示す。

【0063】ガーベージ処理1では、最左の光ディスク24内の論理ブロックの格納先として使用されている物理ブロックデータを全て他の光ディスク24の未使用である物理ブロックへ移動し、最左の光ディスク24を空き光ディスク24にするものである。この場合、移動するブロック数は最大でも、光ディスク1枚分であり、高速に処理することが可能である。しかし、最左の光ディスク24内のアクセス頻度の高い論理ブロックが、その他の光ディスク24に分散してしまうため、アクセス頻度による論理ブロックの順序が乱れる。

【0064】ガーベージ処理2は、アクセス頻度による論理ブロックの順序を保つことを最優先に処理する方式である。まず、最左の光ディスク24の全部の未使用である物理ブロックに、左から2番目の光ディスク24の使用されている物理ブロックデータを移動する。その後、左から3番目の光ディスク24から2番目の光ディスク24というように、最後の光ディスク24まで順に移動処理を行う。こうすることで、アクセス頻度による論理ブロックの順序を保つことが可能となるが、移動する論理ブロック数がガーベージ処理1に比較して多く、処理に時間がかかる。

【0065】本装置では、装置の状態によって上記のガーベージ処理1と2を使い分けるようにしている。具体的には、装置内の処理に余裕がある場合には、ガーベージ処理2を用い、忙しい場合にはガーベージ処理1を用いるようにしている。

【0066】次に、本装置の処理内容を詳細に説明する。

【0067】図6から図12に本装置で使用する管理テーブル11の初期時のものを示す。

【0068】初期時には、本装置にデータは書き込まれておらず全てのデータは0であるとする。また、全ての論理ブロックは低頻度格納用の光ディスク24、…の8枚に割り当てられており、キャッシュHDD4には論理ブロックNoの小さいものから100K(×1024)個格納されているものとする。

【0069】図6は本装置全体の構成を示す構成管理テーブル31である。「光ディスク枚数」は本装置で管理する光ディスク枚数であり、ここでは10枚であり、それぞれ光ディスクNoが1から10まで割り当てられている。「物理ブロック総数/光ディスク」は光ディスク1枚内の物理ブロックの総数であり、ここでは256Kであり、それぞれ物理ブロックNoが1から256Kまで割り当てられている。

【0070】1ブロックは1Kバイトであるので、光ディスク1枚の容量は256Mバイトなる。「キャッシュHDDブロック総数」はキャッシュHDD4内の総ブロック数であり、ここでは100Kであり、それぞれキャッシュブロックNoが1から100Kまで割り当てられている。容量は100Mバイトであり、本装置の全体管理容量(2Gバイト)の約5%に相当する。「光ディスクドライブ数」はオートチェンジャー7に内蔵されている光ディスクドライブ22a、…の総数であり、ここでは4台であり、それぞれ光ディスクドライブNoが1から4まで割り当てられている。「空き光ディスク枚数」は現在使用されていない中身が空の光ディスク24の枚数であり、ここでは1枚である。

【0071】「処理モード」は本装置がどの処理をしているかを示すものであり、ここでは通常処理モードであり、外部装置からのコマンド要求による処理のみを行っている。空き光ディスク24がなくなった場合はガーベージ処理モードとなり、コマンド処理と並行して空きディスクを作成するガーベージ処理を行う。

【0072】図7はキャッシュHDD4からパージされ、中頻度ブロックと判定された論理ブロックを書き込む1枚の中頻度格納用光ディスク24に関する中頻度格納用光ディスク管理テーブル32である。「光ディスクNo」は現在中頻度格納用光ディスク24に割り当てられている光ディスクNoであり、ここでは10である。「光ディスク交換時刻1」と「光ディスク交換時刻2」は最近交換された時刻とその前に交換された時刻であり、ここでは初期時でありまだ1回も交換されていないため、00:00が設定されている。

【0073】図8は2M個の全論理ブロックを管理する論理ブロック管理テーブル33である。「光ディスクNo」と「物理ブロックNo」は論理ブロックのデータが実際に格納されている光ディスク24とその中の物理ブロックNoである。「アクセス時刻1」と「アクセス時刻2」はそれぞれ最近アクセスされた時刻とその前に本論理ブロックが外部装置よりアクセスされた時刻である。「論理フラグ」はその論理ブロックのデータが光ディスク24上にのみある(O)か、光ディスク24上と同じデータがキャッシュHDD4上にもある(クリーン:C)か、光ディスク24上のデータが更新されたものがキャッシュHDD4上にある(ダーティ:D)かを示す。

【0074】Noが1である論理ブロックデータはNoが1である光ディスク24上の、Noが1である物理ブロック上に格納されており、まだ1回もアクセスがないためアクセス時刻1と2はともに00:00である。論理ブロックNoが1から100KのデータはキャッシュHDD4内に同じデータが存在するため、論理フラグはCであり、他は光ディスク24上にのみ存在するため論理フラグはOである。

【0075】外部装置からの読み出し要求で論理ブロックが光ディスク24からキャッシュHDD4に読み出されると論理フラグはOからCに変わり、またキャッシュHDD4からパージされるとCからOに変わる。外部装置からの書き込み要求時は論理フラグにDが設定される。この論理ブロックがパージされるとDからOに変わる。

【0076】図9は10枚の光ディスク24内の物理ブロックを管理する物理ブロック管理テーブル34であり、Noが1である光ディスク24の、Noが1である物理ブロックから順番に管理されている。物理フラグは対応する物理ブロックが論理ブロックとして使用されている（使用）か、使用されていない（未使用）かを示し、使用の場合にはその「論理ブロックNo」に論理ブロックNoが設定される。初期状態では光ディスクNoが1から8の光ディスク24内の全物理ブロックは使用されており、光ディスクNoが9と10の光ディスク24内の全物理ブロックは未使用に設定されている。

【0077】論理ブロックがキャッシュHDD4からパージされる際に中頻度ブロックと予測される場合は、対応する物理ブロックの物理フラグは未使用となり、中頻度格納用光ディスク24内の未使用である物理ブロックにデータが書き込まれ、この物理ブロックの物理フラグが使用に変更される。

【0078】図10はキャッシュHDD4内に格納されている100K（×1024）個の論理ブロックを管理するキャッシュHDDブロック管理テーブル35である。各キャッシュHDDブロックに格納されている論理ブロックの番号が「論理ブロックNo」に格納される。

【0079】図11は本装置内の全ての10枚の光ディスク24を管理する光ディスク管理テーブル36である。「優先度フラグ」は各光ディスク24にどの程度アクセス頻度の高いデータが格納されているかを示す値であり、小さいほどアクセス頻度の高いデータが格納されていることを示す。ただし-1は空き光ディスク24を示し、データが格納されていないことを示す。この値が0は中頻度格納用光ディスク24を示し、正の値は低頻度格納用光ディスク24を示し、初期時は、Noが1から8がである光ディスク24が低頻度格納用で、9が空き、そして10が中頻度格納用に設定されている。「格納セルNo」はオートチェンジャー7内の格納セル21a、…の番号であり、光ディスク24が光ディスクドライブ22a、…から外された時、この番号で示される格納セル21a、…に格納される。

【0080】図12は4台の光ディスクドライブ22a、…を管理する光ディスクドライブ管理テーブル37である。「光ディスクNo」は各光ディスクドライブ22a、…に装填されている光ディスク24のNoである。初期時では、Noが1の光ディスクドライブ22aに光ディスクNoが10の中頻度格納用光ディスク24

が装填され、Noが2の光ディスクドライブ22bには光ディスクNoが1の低頻度格納用光ディスク24が、Noが3の光ディスクドライブ22cには光ディスクNoが2の低頻度格納用光ディスク24が、Noが4の光ディスクドライブ22dには光ディスクNoが3の低頻度格納用光ディスク24が装填されている。「ドライブフラグ」は中頻度、低頻度、ガーベージの3つの状態がある。ドライブフラグが中頻度の場合はその光ディスクドライブ（22a、…）に中頻度格納用光ディスク24が装填されていることを示し、低頻度の場合は低頻度格納用光ディスク24が装填されていることを示し、ガーベージの場合はその光ディスクドライブがガーベージ処理に使用されていることを示す。

【0081】図13から図28に本装置の制御部の処理手順を表すフローチャートを示す。

【0082】図13は本装置に全体処理手順を示すフローチャートである。

【0083】まず、HDD3に記憶されている図6から図12に示した各管理テーブル31～37を読み出し、メインメモリ2上に格納する。

【0084】そして光ディスクドライブ管理テーブル37内に設定に従って、各光ディスクドライブ22a、…に指定の光ディスク24を装填する。

【0085】その後、外部装置より送信されるコマンドを通信制御部8により受信し、各コマンドに従った処理を行う。

【0086】コマンドが「論理ブロック読み出し」の場合には、外部装置より指定された論理ブロックデータを読み出す処理（図14）を行う。

【0087】コマンドが「論理ブロック書き込み」の場合には、外部装置より受信したブロックデータを指定された論理ブロックへ書き込む処理（図22）を行う。

【0088】コマンドが「運用管理」の場合には、運用管理処理（図23）を行う。

【0089】コマンドが「終了」の場合には、メインメモリ2内の各管理テーブル31～37のデータをHDD3内に保存書き込みし、各光ディスクドライブ22a、…内に装填されている光ディスク24、…を格納セル21a、…に戻し、処理を終了する。

【0090】図14に論理ブロック読み出し処理のフローチャートを示す。

【0091】まず、キャッシュHDDブロック管理テーブル35をサーチして指定された論理ブロックがキャッシュHDD4内に存在するかどうかを調べる。存在する場合は、その論理ブロックのアクセス履歴を更新する処理（図19）を行い、キャッシュHDD4内の論理ブロックデータを通信制御部8により外部装置に送信し、リターンする。

【0092】キャッシュHDD4内に指定された論理ブロックが存在しない場合は、キャッシュHDD4内のも

つともアクセス頻度の低い論理ブロックデータをパージする処理(図15)を行い、1ブロック分の空きスペースを確保し、ここに論理ブロックデータの格納されている光ディスク24内の物理ブロックからデータを読み出す処理(図18)を行う。その後、キャッシュHDDブロック管理テーブル35の読み込まれたキャッシュHDDブロックに対応する「論理ブロックNo」を更新し、論理ブロック管理テーブル33内の対応する論理フラグにCを設定する。そしてアクセス履歴更新処理と、データ送信処理を行いリターンする。

【0093】図15はキャッシュHDD4内から最もアクセス頻度の低い論理ブロックを選択し、パージする処理のフローチャートを示したものである。

【0094】まず、キャッシュHDD4内に存在し、そのアクセス時刻2が最も古い論理ブロックを選択する。選択されたものをパージ論理ブロックと呼ぶことにする。

【0095】次に、選択されたパージ論理ブロックの頻度予測処理(図20)を行う。低頻度と予測された場合は更にパージ論理ブロックの論理フラグを参照する。

【0096】予測頻度が低頻度で、論理フラグがクリーンの時は、単に論理フラグをOに設定し、リターンする。

【0097】予測頻度が低頻度で、論理フラグがダーティの場合は、低頻度格納用光ディスク24にキャッシュHDD4内の更新されているデータを書き込む処理(図17)を行う。そして、論理ブロックの新たな格納先である物理ブロックの物理フラグを未使用から使用に変更し、元の格納先の物理フラグは使用から未使用に変更し、新たな格納先の光ディスクNoと物理ブロックNoを論理ブロック管理テーブル33に設定し、最後に論理フラグをOに変更し、リターンする。ただし、低頻度格納用光ディスク24に未使用物理ブロックが存在しない場合は、以下の頻度が中頻度であった時と同様の処理を行う。

【0098】予測頻度が中頻度の場合は、キャッシュHDD4内にある論理ブロックデータを中頻度格納用光ディスク24に書き込み、元の低頻度格納用光ディスク24上の物理ブロックを未使用にする処理(図16)を行い、上記のように物理ブロック管理テーブル34と論理ブロック管理テーブル33を変更して、リターンする。

【0099】図16は頻度が中頻度と予測された論理ブロックを中頻度格納用光ディスク24へ書き込む処理を示すフローチャートである。

【0100】まず、中頻度格納用光ディスク24に未使用である物理ブロックが存在するかを調べる。

【0101】未使用ブロックが存在する場合は、キャッシュHDD4内の論理ブロックデータを中頻度格納用光ディスク24の未使用物理ブロックに書き込む。その後、中頻度格納用光ディスク24内の未使用物理ブロッ

クの存在を調べ、存在しない場合はガーベージ処理を起動し、処理モードにガーベージを設定し、リターンする。このように前もってガーベージ処理を起動しておくことで、中頻度格納用光ディスク24の交換時にできるだけ空き光ディスク24が存在するようにすることが可能となる。

【0102】未使用ブロックが存在しない場合は、空き光ディスク枚数を調べる。1枚も存在しない時はガーベージ処理を起動し、完了するまで待つ。既に、ガーベージ処理が起動中(処理モードがガーベージ)の時は、完了するまで待つ。

【0103】次に、光ディスク管理テーブル36内の全ての優先度フラグに1を加え、空き光ディスク枚数から1を引き、光ディスクドライブ管理テーブル37内のドライブフラグを中頻度から低頻度に変更する。そして、優先度フラグが新たに0となった中頻度格納用光ディスク24の装填処理を行う。

【0104】まだ装填されていない時は、装填されている低頻度格納用光ディスク24の中から優先度フラグの値が最も大きいものを選択し、これを外して格納セル21a、…に戻し、中頻度格納用光ディスク24を装填する。そして、光ディスクドライブ管理テーブル37内の対応するドライブフラグに中頻度を設定し、光ディスクNoの装填した光ディスクNoを設定する。そして、中頻度格納用光ディスク管理テーブル32の光ディスクNoを更新し、光ディスク交換時刻2に光ディスク交換時刻1の値を設定し、光ディスク交換時刻1に現時刻を設定する。その後は、未使用物理ブロックが存在する時と同じ処理を行い、リターンする。

【0105】図17は頻度が低頻度と予測され、論理フラグがダーティの時に、論理ブロックを低頻度格納用光ディスク24へ書き込む処理を示すフローチャートである。

【0106】装填されている低頻度格納用光ディスク24内の未使用物理ブロックが存在するかどうかを調べる。存在する場合は、その未使用物理ブロックにデータを書き込み、リターンする。

【0107】存在しない場合は、装填されている低頻度格納用光ディスク24の中から、優先度フラグが最も大きいものを選択する。これをパージ光ディスクと呼ぶ。次に、未使用物理ブロックが存在する低頻度格納用光ディスク24の中から、優先度フラグが最も小さいものを選択する。これをロード光ディスクと呼ぶ。その後、装填されているパージ光ディスクを外して格納セル21a、…に戻し、格納セル21a、…上のロード光ディスクを装填し、光ディスクドライブ管理テーブル37を更新する。そしてこの光ディスク24上の未使用物理ブロックにデータを書き込み、リターンする。

【0108】図18は、物理ブロックを読み出す処理を示すフローチャートである。

【0109】まず、指定された光ディスク24が装填中かどうかを調べる。装填されている場合は、指定された物理ブロックデータを読み出し、キャッシュHDDブロックページ処理で確保されたキャッシュHDD4内のブロックへ格納し、リターンする。

【0110】装填されていない場合は、装填されている低頻度格納用光ディスク24の中から、優先度フラグが最も大きいものを選択し（ページ光ディスク）、これを外して格納セル21a、…に戻し、指定された光ディスク24を装填する。そして光ディスクドライブ管理テーブル37を更新し、指定された物理ブロックデータを読み出し、キャッシュHDDブロックページ処理で確保されたキャッシュHDD4内のブロックへ格納し、リターンする。

【0111】図19は、外部装置より論理ブロックがアクセスされた時に行われるアクセス履歴更新処理のフローチャートを示したものである。

【0112】まず、対応する論理ブロックのアクセス時刻1と現時刻との差がバースト期間より大きいかどうかを調べる。以下の場合、このアクセスは集中的に行われたものと見なし、履歴の更新は行わない。バースト期間より大きい場合は、アクセス時刻2にアクセス時刻1の値をセットし、アクセス時刻1には現時刻を設定し、リターンする。本装置ではバースト期間を60秒を設定している。つまり60秒以内に何回アクセスしても、1回のアクセスと見なすようにしている。

【0113】図20は、ページされる論理ブロックの頻度を予測する処理を示すフローチャートである。

【0114】まず、中頻度格納用光ディスク24の交換履歴からCFを、論理ブロックのアクセス履歴からBFを算出し、BFが中頻度格納用光ディスク24の交換時刻1とCF期間内かどうかを調べ、期間内ならば中頻度と判定してリターンし、期間外ならば低頻度と判定してリターンする。

【0115】図21は他の頻度予測処理を示すフローチャートである。

【0116】まず、中頻度格納用光ディスク24の交換履歴からCFを、論理ブロックのアクセス履歴からBF2を算出し、BF2が中頻度格納用光ディスク24の交換時刻1とCF期間内かどうかを調べ、期間内ならば中頻度と判定してリターンし、期間外ならば低頻度と判定してリターンする。

【0117】図22は外部装置より論理ブロック書き込みコマンドを受信した時に行う処理のフローチャートである。

【0118】まず、指定された論理ブロックがキャッシュHDD4内に存在するかどうかを調べる。存在しない時は、図15に示したキャッシュHDD4のブロックページ処理を行って書き込み用の領域を確保し、そこにデータを書き込む。そして、キャッシュHDDブロック管

理テーブル35内の論理ブロックNoを更新し、論理ブロック管理テーブル33の論理フラグをダーティ（D）に設定する。その後、図19に示した論理ブロックに対するアクセス履歴を更新する処理を行い、最後に通信制御部8により外部装置に対する書き込み終了を送信し、リターンする。

【0119】図23は外部装置より運用管理コマンドを受信した時に行う処理を示したフローチャートである。ここでは、運用管理コマンドに応じた処理、例えば光ディスク24の補充処理や強制的なガーベージ処理が行われる。

【0120】図24は、図16に示した中頻度格納用光ディスク24の書き込み処理時に起動されるガーベージ処理のフローチャートを示したものである。

【0121】まず、構成管理テーブル31内の処理モードをガーベージに設定する。そして、中頻度格納用光ディスク管理テーブル32内の光ディスク交換時刻1と光ディスク交換時刻2の差を求め、この値がA（所定時間）未満の場合はガーベージ処理1（図25、図26）を行い、A以上の場合はガーベージ処理2（図27、図28）を行い、最後に処理モードを通常に戻し、処理を終了する。

【0122】交換時刻の差がA未満ということは、頻繁に中頻度格納用光ディスク24が交換されており、外部装置からのコマンド処理で装置の処理能力が追いついていないことを示す。このため、交換時刻の差がA未満の時はブロック移動量の少ないガーベージ処理1を行う。逆に交換時刻の差がA以上の時は、装置の処理能力に余裕があることを示し、この場合はアクセス頻度によるブロックの配置順序を優先するガーベージ処理2を実行する。

【0123】図25、図26はガーベージ処理1のフローチャートを示したものである。図4はガーベージ処理1の概略を示したものである。

【0124】まず、優先度フラグが1である低頻度格納用光ディスク24が装填中かどうかを調べ、未装填ならば、光ディスクドライブ22a、…の中から装填されている低頻度格納用光ディスク24の優先度フラグが最低のものを選択し、これをガーベージドライブ1とし、ここに優先度フラグが1である低頻度格納用光ディスク24を装填する。装填されている場合はその光ディスクドライブ（22a、…）をガーベージドライブ1とする。その後、光ディスクドライブ管理テーブル37内のガーベージドライブ1に対応するドライブフラグをガーベージに、光ディスクNoに装填した光ディスク24のNoを設定する。

【0125】次に、ガーベージドライブ1内に装填された低頻度格納用光ディスク24内の論理ブロックのデータが格納されている使用物理ブロックデータを、他の低頻度格納用光ディスク24の未使用物理ブロックにコピ

一する処理を、優先度フラグが2から9である低頻度格納用光ディスク24に対して順番に、優先度フラグが1である低頻度格納用光ディスク24内のすべての使用物理ブロックがコピーされるまで行う。この時コピー先として使用する光ディスクドライブ(22a、...)をガーベージドライブ2と呼ぶ。この処理では、物理ブロック管理テーブル34内の、コピー元の使用物理ブロックの物理フラグを未使用とし、コピー先の未使用物理ブロックの物理フラグを使用に設定する。更に、論理ブロック管理テーブル33内のデータ格納先を示す光ディスクNoと物理ブロックNoも更新する。

【0126】物理ブロックのコピーが完了すると、ガーベージドライブ1内のすべて空きとなった光ディスク24を外し、格納セル21a、...に戻す。そして、光ディスク管理テーブル36内の優先度フラグ1から9のそれぞれから1を引く。最後に格納セル21a、...上の優先度フラグが最小である低頻度格納用光ディスク24を選択し、ガーベージドライブ1に装填し、光ディスクドライブ管理テーブル37のドライブフラグに低頻度を設定し、光ディスクNoに装填した光ディスク24のNoを設定し、リターンする。

【0127】図27、図28はガーベージ処理2のフローチャートを示したものである。図5はガーベージ処理2の概略を示したものである。

【0128】まず、Iなる変数に1を代入する。

【0129】優先度フラグがIである低頻度格納用光ディスク24が装填中かどうかを調べ、未装填ならば、光ディスクドライブの中から装填されている低頻度格納用光ディスク24の優先度フラグが最低のものを選択し、これをガーベージドライブ1とし、ここに優先度フラグがIである低頻度格納用光ディスク24を装填する。装填されている場合はその光ディスクドライブ(22a、...)をガーベージドライブ1とする。その後、光ディスクドライブ管理テーブル37内のガーベージドライブ1に対応するドライブフラグをガーベージに、光ディスクNoに装填した光ディスク24のNoを設定する。

【0130】次に、Iに1を加え、上記と同様な処理を行い、ガーベージドライブ2に優先度フラグがIである低頻度格納用光ディスク24を装填する。

【0131】その後、ガーベージドライブ1内に装填されている低頻度格納用光ディスク24の未使用物理ブロック上へ、ガーベージドライブ2内に装填されている低頻度格納用光ディスク24内の使用物理ブロックデータをコピーする。そして、物理ブロック管理テーブル34内のコピー元の使用物理ブロックの物理フラグを未使用とし、コピー先の未使用物理ブロックの物理フラグを使用に設定する。更に、論理ブロック管理テーブル33内のデータ格納先を示す光ディスクNoと物理ブロックNoも更新する。

【0132】次に、ガーベージドライブ1と2のドライ

ブフラグを通常に戻す。

【0133】上記処理をIが9に達するまで繰り返す。

【0134】その後、ガーベージドライブ2内のすべて空きとなった光ディスク24を外し、格納セル21a、...に戻し、その光ディスク24の優先度フラグを9から-1に変更する。

【0135】最後に格納セル21a、...上の優先度フラグが最小である低頻度格納用光ディスク24を選択し、ガーベージドライブ1に装填し、光ディスクドライブ管理テーブル37のドライブフラグに低頻度を設定し、光ディスクNoに装填した光ディスク24のNoを設定し、リターンする。

【0136】上記したように、高頻度のデータが記憶されるキャッシュHDDから追い出されるデータのアクセス頻度を予測し、中頻度と予測されるデータは光ディスクドライブに装填されている確率の高い光ディスクに書き込み、低頻度と予測されかつデータが更新されている場合は光ディスクドライブに装填されている確率の低い光ディスクに書き込むことで、光ディスクへのアクセスが、光ディスクドライブに装填されている確率の高いものへ集中し、光ディスクの交換回数を減少させることが可能となり、装置としてのレスポンス性能を向上させることが可能となる。

【0137】更に、データが一度アクセスされ、キャッシュHDDにコピーされ、そこから追い出される毎に頻度予測処理を行ってデータ格納先を決定するため、データへのアクセスパターンが変動し、時間によってアクセスされるデータのグループが変動(低頻度から中頻度へ、あるいは中頻度から低頻度へ)する場合でも、それに追従してデータが再配置されるため、常に装置としてのレスポンス性能を高く保つことが可能となる。

【0138】また、未使用領域を詰めて、空き光ディスクを作成するガーベージ処理は時間のかかる処理であるが、装置に対する負荷状況により、処理方式を切り替えることで、ガーベージ処理よりも外部装置から依頼される画像のリード等の通常処理を優先して行うことが可能となる。

【0139】すなわち、中頻度用の光ディスクが満杯になった際、負荷状況としての過去の履歴(外部装置からのアクセス要求の度合いを示す)を見て、空き時間がある場合には、ガーベージ処理1を行い、空き時間がない場合には、ガーベージ処理2を行う。

【0140】

【発明の効果】以上詳述したようにこの発明によれば、光ディスクへのアクセスが、光ディスクドライブに装填されている確率の高いものへ集中し、光ディスクの交換回数を減少させることが可能となり、レスポンス性能を向上させることができる光ディスク装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例における光ディスク装置の

全体の構成を示すブロック図。

【図 2】図 1 の光ディスク装置における処理概略を示す図。

【図 3】論理ブロックに対する将来のアクセス頻度の予測処理を説明する図。

【図 4】ガーベージ処理 1 の概略を示す図。

【図 5】ガーベージ処理 2 の概略を示す図。

【図 6】構成管理テーブルの記憶例を示す図。

【図 7】中頻度格納用光ディスク管理テーブルの記憶例を示す図。

【図 8】論理ブロック管理テーブルの記憶例を示す図。

【図 9】物理ブロック管理テーブルの記憶例を示す図。

【図 10】キャッシュHDDブロック管理テーブルの記憶例を示す図。

【図 11】光ディスク管理テーブルの記憶例を示す図。

【図 12】光ディスクドライブ管理テーブルの記憶例を示す図。

【図 13】光ディスク装置の処理を説明するためのフローチャート。

【図 14】論理ブロック読み出し処理を説明するためのフローチャート。

【図 15】キャッシュHDD内論理ブロックパージ処理を説明するためのフローチャート。

【図 16】中頻度格納用光ディスク書き込み処理を説明するためのフローチャート。

【図 17】低頻度格納用光ディスク書き込み処理を説明するためのフローチャート。

【図 18】物理ブロック読み出し処理を説明するためのフローチャート。

【図 19】アクセス履歴更新処理を説明するためのフローチャート。

【図 20】頻度予測処理を説明するためのフローチャート。

【図 21】他の頻度予測処理を説明するためのフローチャート。

【図 6】

構成管理テーブル

| | |
|-----------------|------|
| 光ディスク枚数 | 10 |
| 物理ブロック総数/光ディスク | 256K |
| キャッシュHDDブロック総数 | 100K |
| 光ディスクドライブ台数 | 4 |
| 空き光ディスク枚数 | 1 |
| 処理モード(通常/ガーベージ) | 通常 |

〜31

【図 7】

中頻度格納用光ディスク管理テーブル

| | |
|-------------|-------|
| 光ディスクNo | 10 |
| 光ディスク交換時刻 1 | 00:00 |
| 光ディスク交換時刻 2 | 00:00 |

〜32

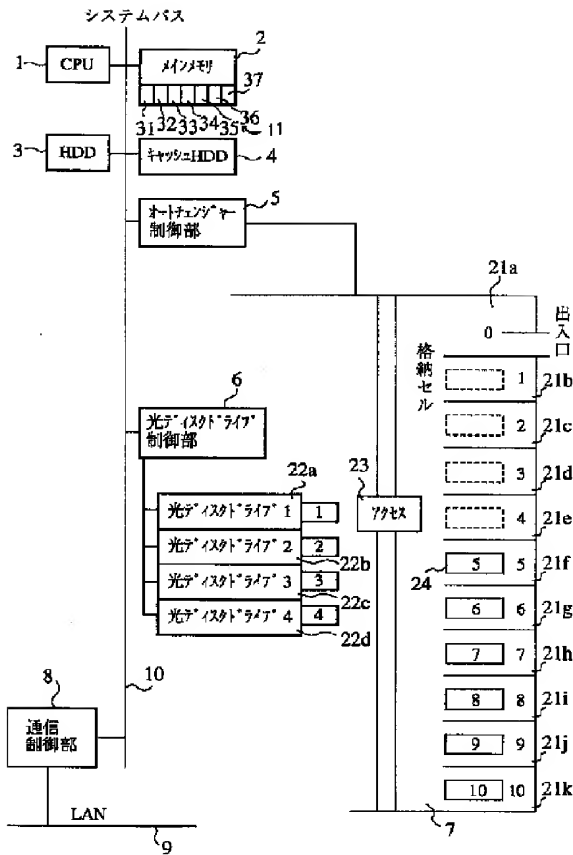
【図 10】

キャッシュHDDブロック管理テーブル

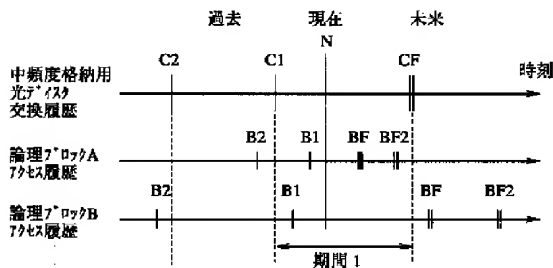
| キャッシュHDDブロックNo | 論理ブロックNo |
|----------------|----------|
| 1 | 1 |
| 2 | 2 |
| 100K | 100K |

〜35

【図1】



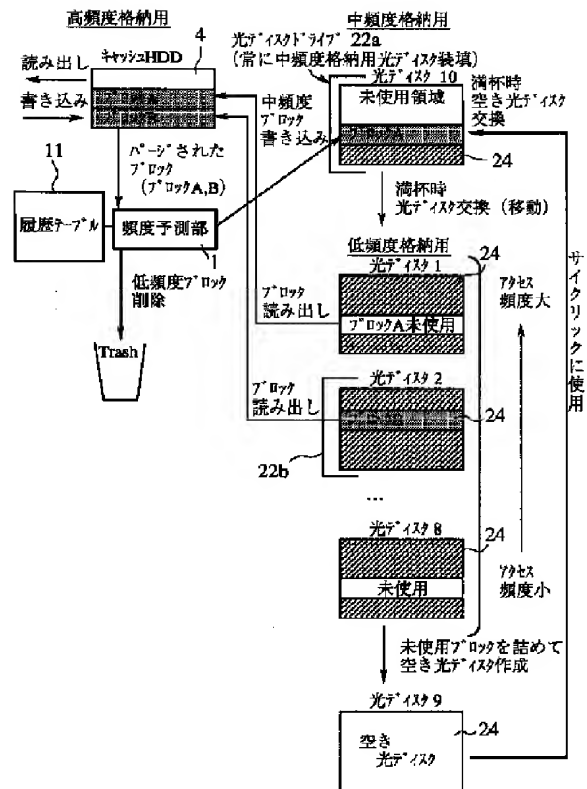
【図3】



- C1: 最近満杯になり交換された時刻
 C2: C1の前に交換された時刻
 CF: 次回に交換されると予測される時刻
 $C1 + (C1 - C2) \cdot K$ ($K > 1$)
 B1: 最近アクセスされた時刻
 B2: B1の前にアクセスされた時刻
 BF: 次回にアクセスされると予測される時刻1
 $B1 + (B1 - B2)$
 BF2: 次回にアクセスされると予測される時刻2
 $N + (N - B2)$

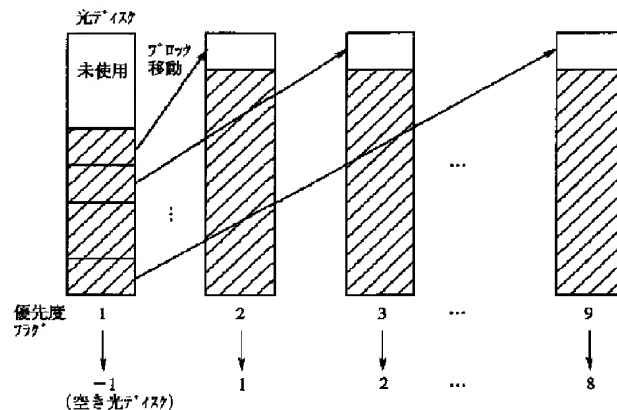
- 方式1: BFが期間1内ならば中頻度ブロック (ブロックA)
 BFが期間1外ならば低頻度ブロック (ブロックB)
 方式2: BF2が期間1内ならば中頻度ブロック (ブロックA)
 BF2が期間1外ならば低頻度ブロック (ブロックB)

【図2】



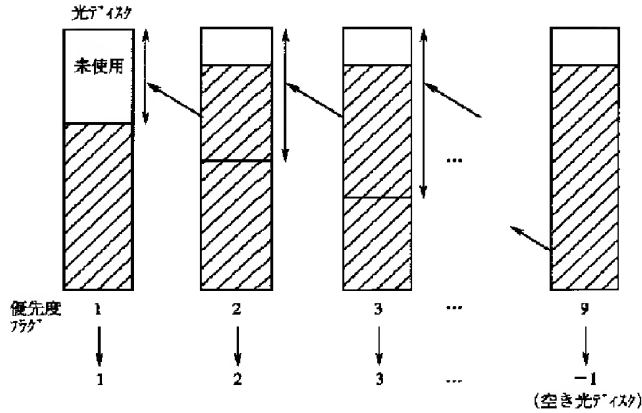
【図4】

*パージ処理1の概略を示す図 (ブロック移動量の少なさを最優先)



【図5】

が「ページ」処理2の概略を示す図（アクセス頻度によるデータ順序を最優先）



【図8】

論理ブロック管理テーブル

| 論理ブロックNo | 論理フラグ | 光ディスクNo | 物理ブロックNo | アクセス時刻1 | アクセス時刻2 |
|----------|-------|---------|----------|---------|---------|
| 1 | C | 1 | 1 | 00:00 | 00:00 |
| 2 | C | 1 | 2 | 00:00 | 00:00 |
| 256K+1 | O | 2 | 1 | 00:00 | 00:00 |
| 256K+2 | O | 2 | 2 | 00:00 | 00:00 |
| 2M | O | 8 | 256K | 00:00 | 00:00 |

論理フラグ O: 光ディスク上にのみ存在
C: キャッシュ上（クリーン）と光ディスク上に存在
D: キャッシュ上（ダーティ）と光ディスク上に存在

【図12】

光ディスクドライブ管理テーブル

| 光ディスクドライブNo | ドライブフラグ | 光ディスクNo |
|-------------|---------|---------|
| 1 | 中頻度 | 10 |
| 2 | 低頻度 | 1 |
| 3 | 低頻度 | 2 |
| 4 | 低頻度 | 3 |

ドライブフラグ
中頻度: 中頻度格納用光ディスク
低頻度: 低頻度格納用光ディスク
ガーベージ: ガーベージ処理中

【図9】

物理ブロック管理テーブル

| 光ディスクNo | 物理ブロックNo | 物理フラグ |
|---------|----------|-------|
| 1 | 1 | 使用 |
| 1 | 2 | 使用 |
| 2 | 1 | 使用 |
| 8 | 256K | 使用 |
| 9 | 1 | 未使用 |
| 10 | 256K | 未使用 |

【図11】

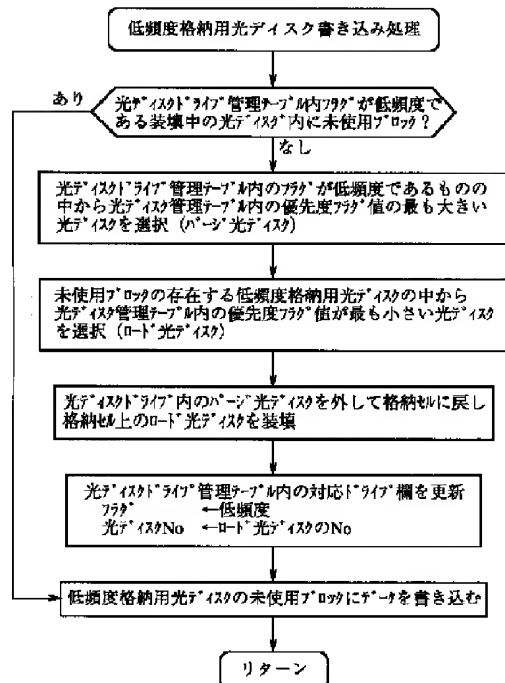
光ディスク管理テーブル

| 光ディスクNo | 優先度フラグ | 格納セルNo |
|---------|--------|--------|
| 1 | 1 | 1 |
| 2 | 2 | 2 |
| 3 | 3 | 3 |
| 4 | 4 | 4 |
| 5 | 5 | 5 |
| 6 | 6 | 6 |
| 7 | 7 | 7 |
| 8 | 8 | 8 |
| 9 | -1 | 9 |
| 10 | 0 | 10 |

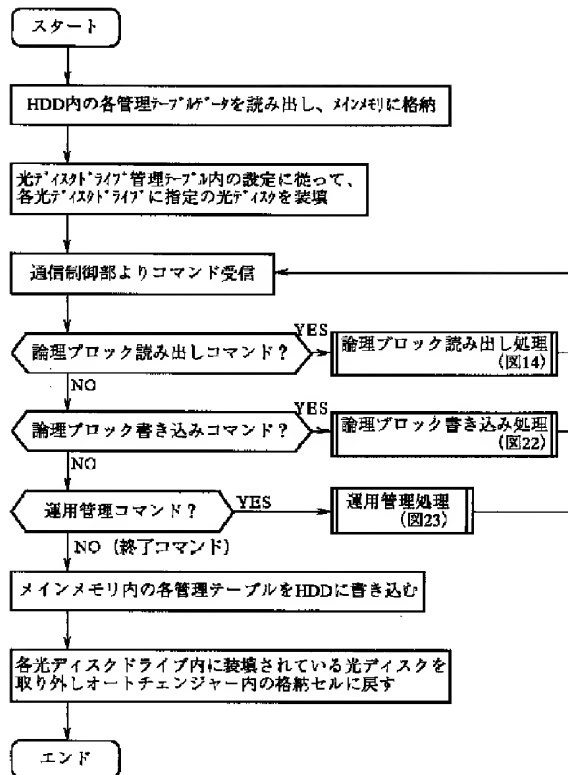
優先度フラグ

-1: 空き光ディスク
0: 中頻度格納用光ディスク
正: 低頻度格納用光ディスク

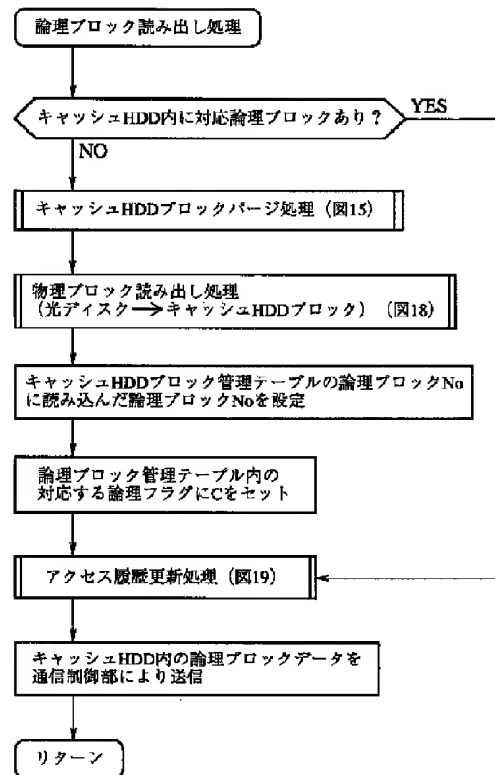
【図17】



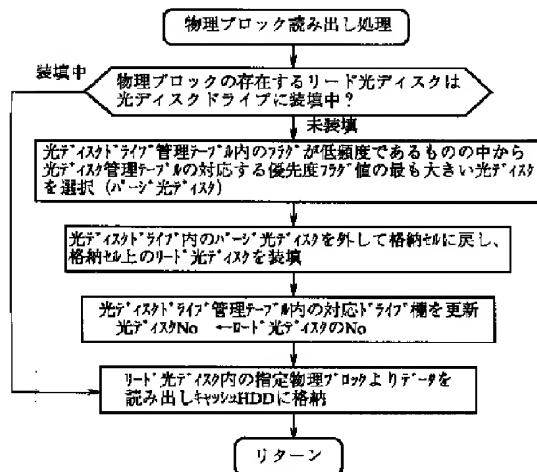
【図13】



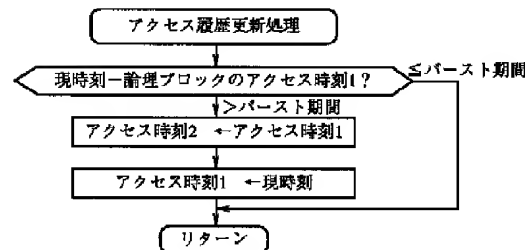
【図14】



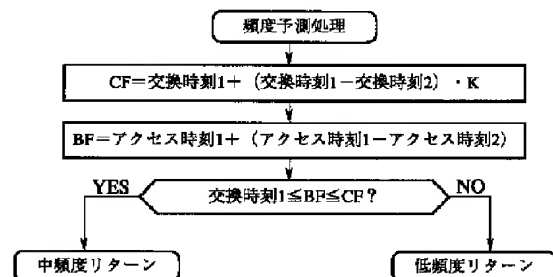
【図18】



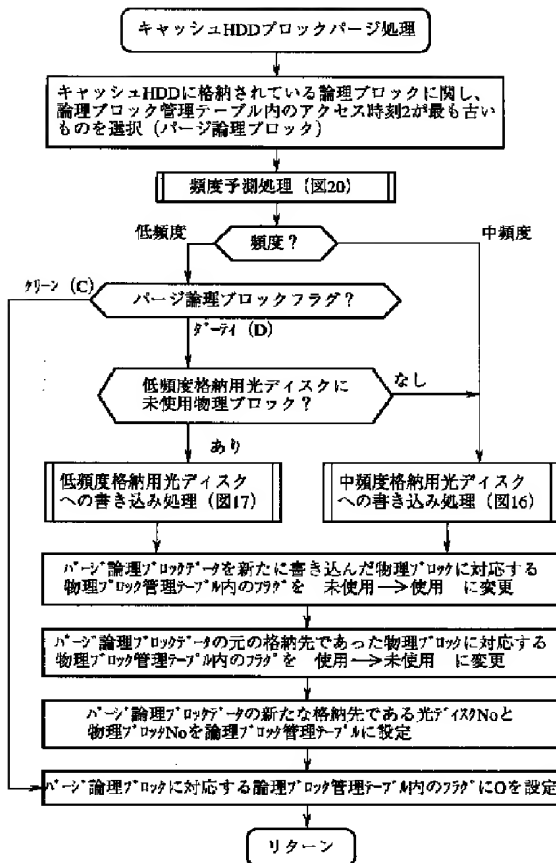
【図19】



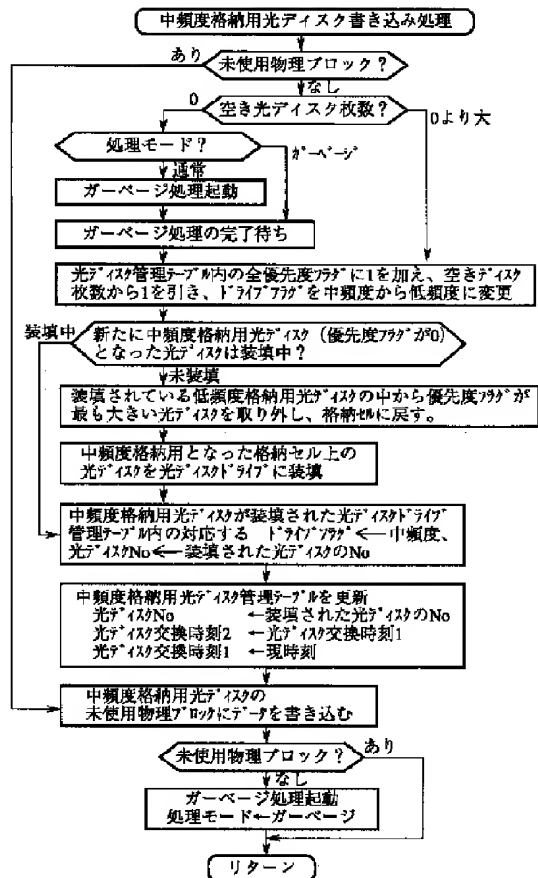
【図20】



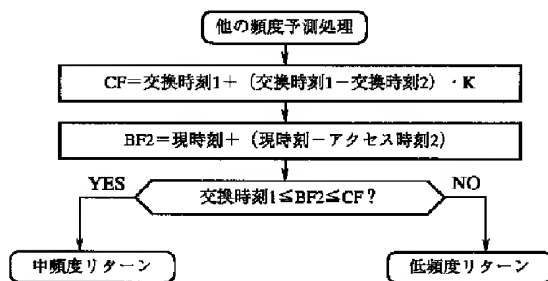
【図15】



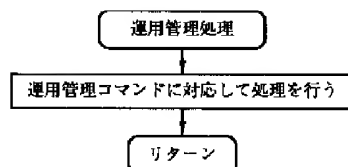
【図16】



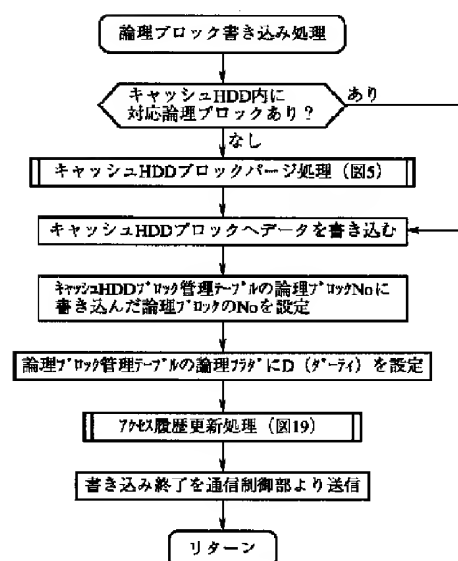
【図21】



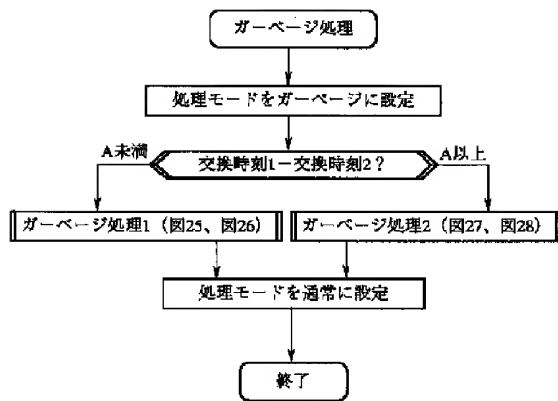
【図23】



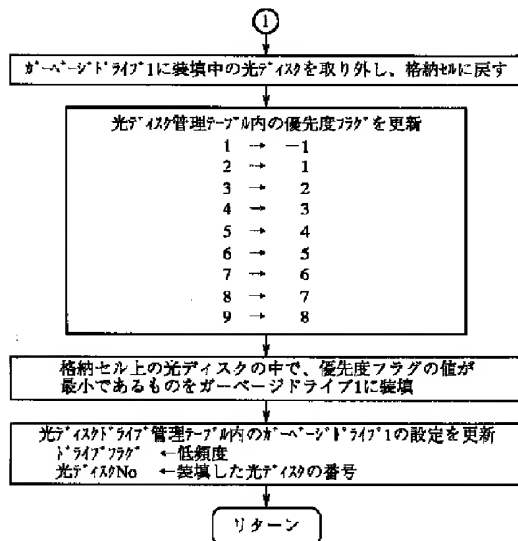
【図22】



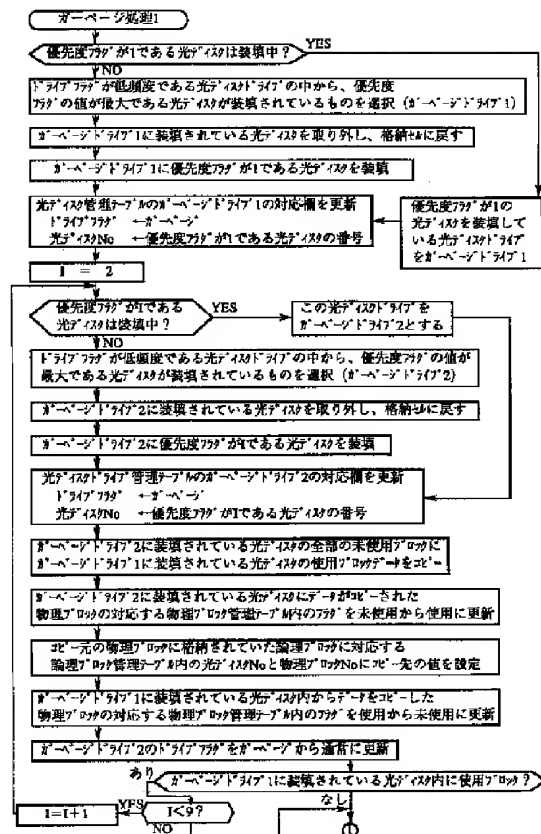
【図24】



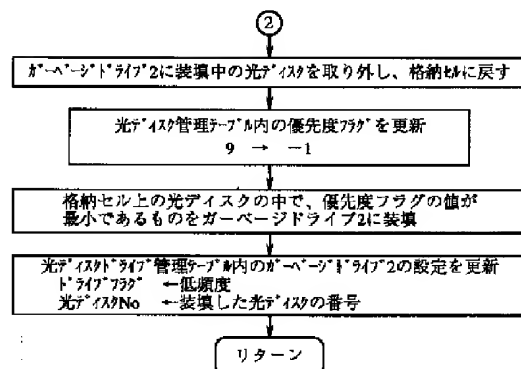
【図26】



【図25】



【図28】



【図27】

